



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 104232

(13) U

(51) МПК

G01S 17/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 03157

(22) Дата подання заявки: 06.04.2015

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: 25.01.2016

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 25.01.2016, Бюл.№ 2

(72) Винахідник(и):

Крюков Олександр Михайлович (UA),
Доля Григорій Миколайович (UA),
Мудрик Вадим Геннадійович (UA)

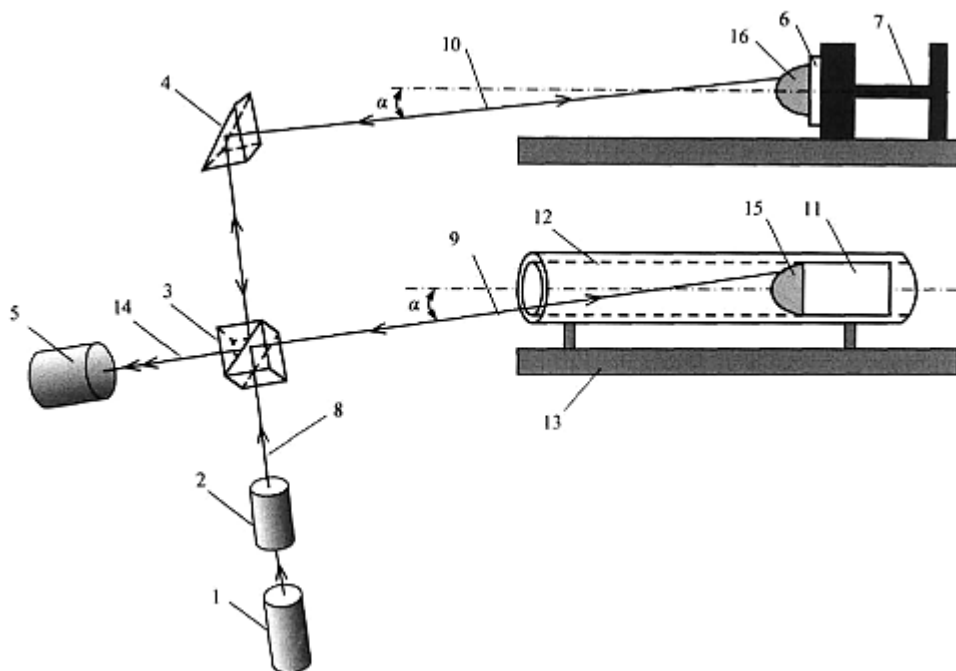
(73) Власник(и):

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ,
пл. Повстання, 3, м. Харків, 61001 (UA)

(54) ЛАЗЕРНИЙ ДОПЛЕРІВСЬКИЙ ВИМІРЮВАЧ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ МЕТАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА В КАНАЛІ СТВОЛА

(57) Реферат:

Лазерний доплерівський вимірювач диференційної швидкості руху металевого елемента в каналі ствола, що містить лазер, формувач променя, світлоподілювач, дзеркало та фотоприймач. З метою підвищення точності вимірювання і забезпечення визначення миттєвих значень швидкості металевого елемента під час його руху на усій протяжності каналів стволів широкого діапазону їх довжин в ньому додатково застосовано опорний відбивач та привод, при цьому опорний відбивач жорстко з'єднаний з приводом, поздовжня вісь приводу спрямована у бік дзеркала, а оптичний контакт фотоприймача з поверхнями металевого елемента і опорного відбивача забезпечується опосередковано, за допомогою дзеркала і світлоподілювача.



Фиг. 1

UA 104232 U

Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки, а саме - до засобів вимірювання миттєвих значень швидкості руху металевих елементів в каналах стволів стрілецької зброї та артилерійських систем.

Відома конструкція засобу вимірювання швидкості снаряда в каналі ствола [1], яка містить генератор надвисокочастотних (НВЧ) коливань, модулятор, датчик НВЧ сигналу, що закріплюється на дульному зрізі каналу ствола, а також систему оброблення вимірювального сигналу. Засіб вимірювання працює на основі реєстрації доплерівського зсуву частоти сигналу, який викликається рухом кулі в каналі ствола.

До основних недоліків такої конструкції належать складність системи оброблення вимірювального сигналу, обмеження на форму дульної частини каналу ствола, які накладаються для забезпечення ефективного функціонування датчика НВЧ сигналу, а також необхідність пошкодження кінцевої частини ствола, яким супроводжується приєднання датчика НВЧ сигналу.

Відома конструкція доплерівського вимірювача швидкості руху снаряда в каналі ствола [2], який містить джерело електромагнітних коливань і пристрій для приймання і перетворення випромінювання. Електромагнітне випромінювання НВЧ діапазону від джерела електромагнітних коливань та електромагнітне випромінювання, відбите від снаряда, що рухається в каналі ствола, потрапляють до пристрою для приймання і перетворення випромінювання, в якому виділяється вимірювальна інформація про доплерівський зсув частот між цими двома сигналами.

Недоліком вимірювача є його обмежена точність внаслідок низького відношення "сигнал - шум", що зумовлено втратою значної частки потужності генератора, яка спрямовується до каналу ствола і, відповідно, до поверхні снаряда. Крім того, вимірювач придатний для визначення швидкості снарядів лише великого калібру внаслідок широкості просторової діаграми направленості випромінюваних електромагнітних коливань НВЧ діапазону.

Найбільш близьким за технічною суттю та досягнутим результатом до об'єкта, що заявляється, є лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевих елементів в каналі ствола [3], який містить лазер, формувач променя, світлоподільник та дзеркало, а також фотоприймач. В такому вимірювачі два зондувальних промені спрямовуються в канал ствола на поверхню металевих елементів під різними кутами падіння. Відбиті промені потрапляють на фотоприймач, для якого забезпечується безпосередній оптичний контакт з поверхнею металевих елементів.

Суттєві недоліки розглянутого вимірювача полягають в такому.

У міру повздовжнього руху металевих елементів у бік фотоприймача світлові плями, що формуються зондувальними променями в місцях їх відбиття від поверхні металевих елементів, віддаляються одна від одної внаслідок різниці кутів падіння зондувальних променів. При використанні вимірювача із зразками зброї з великими довжинами стволів така зростаюча з просуванням металевих елементів в каналі ствола просторова неузгодженість світлових плям зрештою перевищує розмір їх поперечника і досягає відстані, більшої діаметра світлової плями. Оскільки перекриття світлових плям на поверхні металевих елементів зникає, спостерігається різке падіння амплітуди вихідного сигналу фотоприймача, який несе інформацію про доплерівський зсув частоти (внаслідок порушення умов антенної теореми Зігмана, яка вимагає узгодження просторових спектрів сигналів, розсіяних світловими плямами). Це унеможливорює реєстрацію змінної складової фотоструму на кінцевих ділянках руху металевих елементів в каналах стволів великої довжини.

Крім того, діапазон частот фотоструму такого вимірювача залежить від заданих значень кутів спрямування зондувальних променів та частоти лазерного випромінювання, тобто є фіксованим в певній ділянці спектру, що веде до збільшення додаткової похибки вимірювань, яка зумовлена складністю реєстрації корисного сигналу за наявності завад або обмежень до робочих частот елементної бази вимірювача.

В основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу створення лазерного доплерівського вимірювача диференційної швидкості руху підвищеної точності, який забезпечує визначення миттєвих значень швидкості металевих елементів під час його руху на усій протяжності каналів стволів широкого діапазону їх довжин.

Поставлена задача вирішується тим, що в конструкції лазерного доплерівського вимірювача швидкості руху снаряда в каналі ствола, який містить лазер, формувач променя, світлоподільник, дзеркало та фотоприймач, додатково застосовано опорний відбивач та привод, при цьому опорний відбивач жорстко з'єднаний з приводом, поздовжня вісь приводу спрямована у бік дзеркала, а оптичний контакт фотоприймача з поверхнями металевих

елемента і опорного відбивача забезпечується опосередковано, за допомогою дзеркала і світлоподілювача.

Встановлення опосередкованого оптичного контакту фотоприймача з металевим елементом і опорним відбивачем через світлоподілювач і дзеркало веде до появи у фотострумі гармоніки, яка є стійкою до положення світлових плям на поверхнях металевих елементів і опорного відбивача і може бути зареєстрована у будь-якій фазі руху металевих елементів вздовж каналу ствола.

Застосування опорного відбивача та жорстко зв'язаного з ним приводу, поздовжня вісь якого спрямована у бік дзеркала, веде до зниження додаткової похибки вимірювання за рахунок зсуву діапазону частот корисного сигналу до ділянки спектра, в якій забезпечується зручність реєстрації фотоструму.

На Фіг. 1 наведено конструкцію лазерного доплерівського вимірювача диференційної швидкості руху металевих елементів в каналі ствола. Вимірювач складається з лазера 1, формувача променя 2, світлоподілювача 3, дзеркала 4, фотоприймача 5, опорного відбивача 6, а також приводу 7.

Лазер 1 та формувач променя 2 створюють когерентне випромінювання 8 в оптичному діапазоні довжин хвиль. Світлоподілювач 3, який виконується, наприклад, у вигляді двох склеєних по гіпотенузній грані призм, і дзеркало 4 створюють зондувальні промені 9, 10 при прямому ході випромінювання, а також спрямовують відбите в напрямках зондування випромінювання до фотоприймача 5. Таким чином, світлоподілювач 3 виконує функцію суматора відбитих променів. Фотоприймач 5 забезпечує приймання і перетворення випромінювання на фотострум.

Світлоподілювач 3 розміщується в зоні прямого оптичного зв'язку з металевим елементом 11, що знаходиться всередині каналу ствола 12, який закріплюється на нерухомій опорі 13. Дзеркало 4 розміщується в зоні прямого оптичного зв'язку з опорним відбивачем 6, який жорстко зв'язаний з приводом 7. Фотоприймач 5 розміщується за ходом сумарного випромінювання 14, створеного світлоподілювачем 3. Для підвищення відношення "сигнал-шум" шляхом збільшення потужності відбитого випромінювання на фронтальних поверхнях металевих елементів 11 та опорного відбивача 6 закріплюється світлоповертальне покриття 15, 16 на основі мікроскопкулёк.

Винесене за межі каналу ствола розміщення опорного відбивача 6 та приводу 7 забезпечує зручний доступ до них ззовні та дозволяє контролювати швидкість їхнього руху. Привод 7 забезпечує рух опорного відбивача в напрямку дзеркала 4 з відомою швидкістю, закон змінювання якої задається залежно від вимог до меж діапазону корисного сигналу.

Лазерний доплерівський вимірювач диференційної швидкості руху металевих елементів в каналі ствола працює таким чином.

Перед проведенням пострілу здійснюється юстирування оптичної схеми та забезпечення заданого ходу променів в каналі ствола і до опорного відбивача шляхом переміщення в просторі та повороту осей лазера 1, формувача променя 2, світлоподілювача 3, дзеркала 4 та фотоприймача 5, а також спрямування поздовжньої осі приводу 7 у бік дзеркала 4.

Зокрема, випромінювання лазера 1 перетворюється на паралельні пучки світла за допомогою формувача променя 2 і спрямовується на світлоподілювач 3, в результаті чого за допомогою також дзеркала 4 формуються зондувальні промені 9, 10. Ці промені спрямовуються під однаковими кутами α відповідно на металевий елемент 11 і опорний відбивач 6. Зондувальні промені 9, 10 відбиваються від світлоповертальних покриттів 15 та 16 відповідно в напрямках, зворотних до напрямів їх падіння.

Сумарне випромінювання 14, яке створюється відбитими променями після проходження ними світлоподілювача 3, формується двома хвилями. Перша з них виникає в результаті падіння зондувального променя 9 та розсіювання його в напрямку світлоподілювача 3. Друга хвиля виникає в результаті падіння зондувального променя 10 та розсіювання його в напрямку дзеркала 4. Частоти f_1 , f_2 відбитих хвиль залежать від кута зондування α , частоти f лазерного випромінювання 8 і швидкості c розповсюдження електромагнітних коливань у середовищі, а також від миттєвих значень швидкості v_1 металевих елементів 11 і швидкості v_2 опорного відбивача 6:

$$f_1 = \frac{2fV_1 \cos \alpha}{c}, \quad (1)$$

$$f_2 = \frac{2fV_2 \cos \alpha}{c}. \quad (2).$$

Таким чином, на фотоприймач 5 надійде сумарне випромінювання 14, що є результатом інтерференції двох відбитих від світлоповертальних покриттів 15 і 16 променів. Це результуюче випромінювання формує вихідний сигнал фотоприймача 5, у спектрі якого міститься складова

$$\Delta f = \frac{2f \cos \alpha}{c} (V_1 - V_2), \quad (3)$$

що є стійкою незалежно від змінюваного під час руху положення точок падіння променів на металевий елемент 11 і опорний відбивач 6. Стійкість амплітуди цієї складової фотоструму пояснюється постійністю кутів зведення в просторі відбитих променів на апертурі фотоприймача 5 незалежно від напрямку розповсюдження зондувальних променів 9 і 10.

Оскільки частота Δf стійкої складової фотоструму визначається, окрім параметрів α , f , також різницею швидкостей V_1 та V_2 , вона може бути змінена за рахунок вибору швидкості V_2 руху опорного відбивача 6 і, таким чином, переміщена в задану ділянку спектра, в якій забезпечується зручність реєстрації фотоструму.

Після юстирування оптичної схеми проводиться постріл. Синхронно з рухом металевий елемент 11 починається рух опорного відбивача 6 із заданою (відомою) швидкістю. Під час руху металевий елемент 11 і опорного відбивача 6 на виході фотоприймача 5 відтворюється вимірювальний сигнал, миттєві значення частоти Δf якого визначають криву диференційної швидкості $V_1 - V_2$. Ці миттєві значення частоти сигналу на виході фотоприймача 5 реєструються або визначаються відомими методами і засобами вимірювання частоти.

Швидкість V_1 руху металевий елемент 11 визначається з урахуванням відомих значень параметрів α , f , c , а також відомої швидкості V_2 руху опорного відбивача 6:

$$V_1 = \frac{c \Delta f}{2f \cos \alpha} + V_2. \quad (4)$$

Таким чином, конструкція вимірювача дозволяє забезпечити визначення миттєвих значень швидкості металевий елементу під час його руху на усій протяжності каналів стволів широкого діапазону їх довжин навіть за наявності відхилення світлових плям на відбивальних поверхнях, а також зменшення похибки вимірювання за рахунок зсуву діапазону частот корисного сигналу до ділянки спектра, в якій забезпечується зручність реєстрації фотоструму.

Корисна модель може бути застосована для проведення експериментального визначення характеристик і оцінювання стану озброєння та боеприпасів, а також для визначення законів зміни або миттєвих значень швидкості руху металевий елементу при проектуванні стволів, розрахунках кінематики і динаміки рухомих частин стрілецької зброї і артилерійських систем.

Джерела інформації:

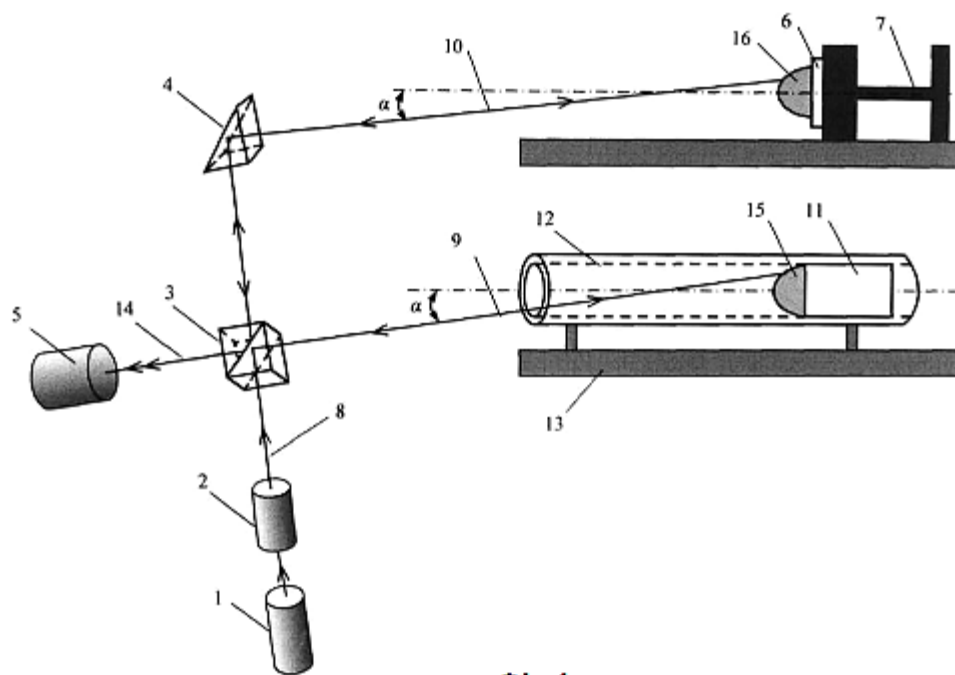
1. Пат. 4457206 США, МКИ G 01 S 13/58; F 42 C 17/04. Microwave-type projectile communication apparatus for guns. Пат. 4457206 США, МКИ G 01 S 13/58; F 42 C 17/04, Toullos Peter P. (США); Hartman Kenneth, Inc. - № 06/269,489; Заявл. 02.06.1981; Опубл. 03.07.1984, НКИ 89/14.5.-37 с.

2. Пат. 0415906 Германия, МКИ G 01 S 13/58; G 01 P 3/66. Method and device for the determination of parameters of motion. Пат. 0415906 Германия, МКИ G 01 S 13/58; G 01 P 3/66, Reinhard Boschanig (Германия), Dr. Bernhard Zagar Inc. - № 19900809; Заявл. 09.08.1990; Опубл. 10.02.1993, НКИ G 01 S 13/58 F; G 01 P 3/66 B.-8 с.

3. Пат. 88172 УКРАЇНА, МПК G 01 S 17/02(2006.01). Лазерний доплерівський вимірювач швидкості руху металевий елементу в каналі ствола. 88172 УКРАЇНА, МПК G 01 S 17/02(2006.01), Крюков О.М. (УКРАЇНА); Доля Г.М. (УКРАЇНА); Мудрик В.Г. (УКРАЇНА); Заявл. 10.06.2013; Опубл. 11.03.2014.-8 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Лазерний доплерівський вимірювач диференційної швидкості руху металевий елементу в каналі ствола, що містить лазер, формувач променя, світлоподільвач, дзеркало та фотоприймач, який **відрізняється** тим, що додатково застосовано опорний відбивач та привод, при цьому опорний відбивач жорстко з'єднаний з приводом, поздовжня вісь приводу спрямована у бік дзеркала, а оптичний контакт фотоприймача з поверхнями металевий елементу і опорного відбивача забезпечується опосередковано, за допомогою дзеркала і світлоподільвача.



Фиг. 1

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601